

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-234509

(43)Date of publication of application : 29.08.2000

(51)Int.Cl.

F01N 3/02

(21)Application number : 11-034581

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 12.02.1999

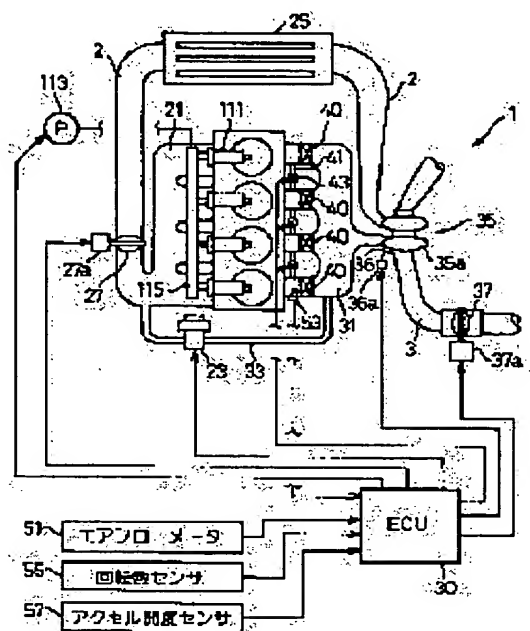
(72)Inventor : WATANABE YOSHIMASA  
HENDA YOSHIMITSU

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To separate ash deposited on a particulate filter without influencing on the driving condition of an engine.

**SOLUTION:** This device is individually placed with a particulate filter (DPF) 40 on each exhaust branch pipe 41 which connects an exhaust manifold 31 of a diesel engine 1 to an exhaust port of each cylinder, and DPF upper steam side part of the exhaust branch pipe of an adjacent cylinder is connected each other with a communicating path 41 with providing a communication valve 43 which can close each communication path. When an amount of ash deposited on DPF is increased, the communication valve 43 is closed at the end of acceleration or the start of deceleration in driving of the engine under a specified load condition. A condition where pressure is lower in the exhaust port than in the exhaust manifold 31 is thereby generated and exhaust air flows backward in DPF. The ash deposited on DPF can be easily separated from DPF by the back flow of the exhaust air without influencing on a driving condition of the engine.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3424584

[Date of registration] 02.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-234509

(P2000-234509A)

(43) 公開日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 1 N 3/02

識別記号

3 0 1

F I

F 0 1 N 3/02

テーマコード\* (参考)

3 0 1 Z 3 G 0 9 0

3 0 1 J

3 0 1 L

3 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平11-34581

(22) 出願日

平成11年2月12日 (1999.2.12)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 渡辺 義正

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 辺田 良光

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

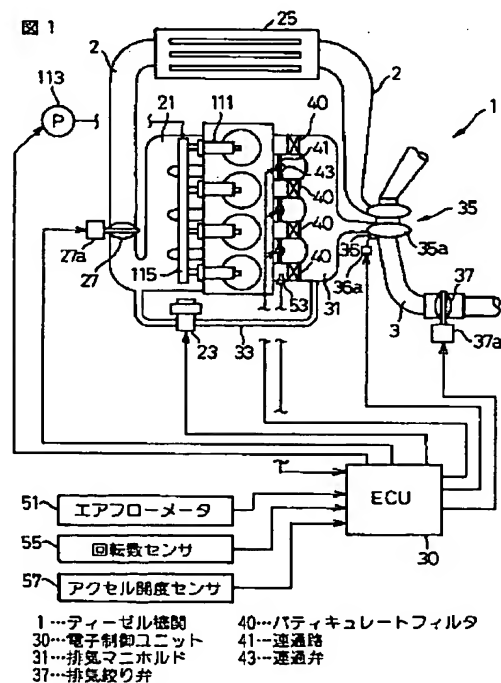
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 機関運転状態に影響を与えることなくパーティキュレートフィルタに堆積したアッシュを脱離させる。

【解決手段】 ディーゼル機関1の排気マニホルド31と各気筒の排気ポートとを接続するそれぞれの排気枝管41上に個別のパーティキュレートフィルタ (DPF) 40を配置し、隣接気筒の排気枝管のDPF上流側部分を相互に連通路41で接続するとともに、各連通路を閉鎖可能な連通弁43を設ける。DPFに堆積したアッシュの量が増大した場合には、機関が所定の負荷条件で運転されているときの加速終了時または減速開始時に連通弁を閉弁する。これにより、排気マニホルド圧力より排気ポート圧力が低くなる状態が生じ、DPF内を排気が逆流する。DPFに堆積したアッシュはこの排気の逆流により機関運転状態に影響を与えることなく容易にDPFから脱離する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の各気筒の排気ポートと各気筒の排気が合流する排気集合部とを接続するそれぞれの排気枝管上に配置され排気中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタと、

前記それぞれのパティキュレートフィルタを通して前記排気集合部から排気ポート側に逆流する排気流を生じさせることにより前記パティキュレートフィルタに堆積した不燃成分からなるアッシュを脱離させるアッシュ脱離手段と、

前記内燃機関が予め定めた負荷領域において加速を終了、または減速を開始した時に、前記アッシュ脱離手段を作動させてアッシュ脱離操作を行う脱離制御手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記アッシュ脱離手段は、前記排気枝管のパティキュレートフィルタ上流側部分と、少なくとも他の1つの気筒の排気枝管のパティキュレートフィルタ上流側部分とを連通する連通路と、該連通路を閉鎖可能な連通弁とを備え、アッシュ脱離操作時には前記連通路を閉鎖することによりパティキュレートフィルタに前記排気逆流を生じさせる請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記アッシュ脱離手段は、前記内燃機関の任意の1部の気筒の燃焼を停止する気筒休止手段を備え、アッシュ脱離操作時には1部の気筒の燃焼を停止することにより該1部の気筒の排気枝管に配置されたパティキュレートフィルタに前記排気逆流を生じさせる請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 更に、前記排気集合部からの排気の流出を抑制することにより排気集合部の排気圧力を上昇させること、若しくは各気筒に流入する吸入空気量を低下させること、のいずれか一方若しくは両方により前記それぞれのパティキュレートフィルタを通して前記排気集合部から排気ポート側に逆流する排気流を生じさせてパティキュレートフィルタからアッシュを脱離させるアッシュ強制脱離手段を備え、

前記脱離制御手段は、予め定めたアッシュ脱離操作実行期間内に前記アッシュ脱離操作が実行されなかった場合には、前記脱離操作実行期間経過後に前記アッシュ強制脱離手段を作動させてアッシュの強制脱離操作を実行する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細には排気中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタを備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関の排気、特にディーゼルエンジ

ンの排気にはカーボン（すす）を主成分とする排気微粒子（パティキュレート）が含まれている。このため、このパティキュレートの大気放出を防止するためにパティキュレートフィルタを用いて排気を浄化する排気浄化装置が種々考案されている。

【0003】パティキュレートフィルタとしては、通常セラミック、多孔質金属、金属繊維不織布等のフィルタ材を用いたものが使用される。例えば金属繊維不織布をフィルタ部材として用いたものでは、Fe-Cr-Al合金やNi-Cr-Al合金等の耐熱性金属繊維を用いた帯状の不織布を同様な材質の耐熱性金属の波板と交互に積層したものをロール状に巻いてパティキュレートフィルタが形成される（特開平9-262414号公報参照）。このパティキュレートフィルタでは、波板により金属繊維不織布相互が間隙をあけて保持されるため、波板にそった軸線方向通路が渦巻き状に配列した構成となっている。パティキュレートフィルタの一端では、互いに対向する不織布端部は一層おきに渦巻き状に連続して溶着されて上記軸線方向通路の半数の端部を閉塞するようにされている。また、パティキュレートフィルタの反対側の端部では、上記一端側とは異なる層の不織布端部が渦巻き状に相互に溶着されて軸線方向通路の端部を閉塞している。これにより、ロール状パティキュレートフィルタ内には、一端が閉塞された軸線方向通路と他端が閉塞された軸線方向通路とが金属繊維不織布の壁を隔てて半径方向に交互に配列されるようになる。

【0004】このパティキュレートフィルタを排気通路に配置することにより、排気はパティキュレートフィルタの上流側端が開放された軸線方向通路に流入し、通路間を隔てる不織布を通過して下流側端が開放された軸線方向通路に入り、この通路を通過して下流側に排出される。このため、不織布通過時に排気中のパティキュレートが不織布に捕集される。

【0005】一般にパティキュレートフィルタのフィルタ材の孔径はパティキュレートフィルタ自体の排気抵抗を低くするため15～50ミクロン程度と比較的大きく設定されており、パティキュレートの主成分のカーボン粒子（すす）の径（0.1ミクロン程度）よりかなり大きくなっている。従って、パティキュレートフィルタの使用開始時には排気中のパティキュレートの相当量がフィルタを通過するためパティキュレートフィルタの捕集効率は比較的低くなる。しかし、使用とともに、フィルタ材の空孔まわりにパティキュレートが付着し、この付着したパティキュレート粒子が互いに結びついて成長することによりパティキュレートの堆積層が形成されるようになりパティキュレートの堆積とともに実質的なフィルタ孔径は小さくなる。このため、パティキュレートの堆積とともにフィルタの捕集効率は増大し、同時にフィルタの排気圧損も増大する。

【0006】パティキュレートフィルタでは、パティキ

ュレート（捕集量）が増大するにつれて排気圧損が増加するため、定期的に排気温度を上昇させる等の方法によりフィルタに堆積したパティキュレート（カーボン粒子）を燃焼させ排気圧損の過度の増大による機関性能の低下を防止する必要がある。このようなパティキュレートフィルタを用いた排気浄化装置の例としては、例えば実開平5-69311号公報に記載されたものがある。同公報の装置は、ディーゼルエンジンの各気筒の排気ポートと排気集合部との間をそれぞれ接続する排気枝管上に小容量のパティキュレートフィルタを配置した構成となっている。同公報の装置では、パティキュレートフィルタを排気系で最も排気温度が高い排気ポート近傍に設けたこと、及び各気筒個別にパティキュレートフィルタを設けてそれぞれのパティキュレートフィルタの熱容量を小さくしたことにより、機関運転中に負荷の上昇等により排気温度が高くなるとパティキュレートフィルタに堆積したパティキュレートが容易に燃焼する。このため、別途パティキュレート燃焼用の加熱装置等を設けることなく効率的にパティキュレートを燃焼させることが可能となっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記実開平5-69311号公報の装置では、パティキュレートフィルタに堆積したパティキュレートは良好に燃焼させることができるものの、パティキュレートフィルタ上に堆積したアッシュを脱離させることができず、アッシュの堆積によりフィルタの圧損が徐々に増大する問題が生じる。

【0008】排気には、カーボン粒子（すす）を主成分とするパティキュレートの他に、例えば潤滑油等の燃焼生成物を主成分とするアッシュが含まれている。アッシュは主に硫酸カルシウム等の無機成分からなり、パティキュレートと同様、通常0.1ミクロン程度の大きさとなっている。また、アッシュもパティキュレートと同じメカニズムでパティキュレートフィルタのフィルタ材上に粒子相互が結合した堆積層を形成する。排気中に含まれるアッシュの量はパティキュレートに比較して極めて少ないが、排気温度が上昇してもカーボンを主成分とするパティキュレートのように燃焼することがないためパティキュレートフィルタの使用期間が長くなるにつれて徐々にパティキュレートフィルタ上に蓄積されるようになる。

【0009】しかも、アッシュの堆積層はパティキュレートの堆積層に較べて機械的強度が高く機関運転による振動程度では自然にフィルタから脱離することがないため、パティキュレートの燃焼を定期的に行った行っただけではフィルタの圧損はアッシュの堆積により徐々に増加してしまい、機関性能に影響が生じるようになる。このため、パティキュレートフィルタに堆積したアッシュを脱離させフィルタの圧損を回復させる操作が別途必要

となるが、上記公報の装置ではこの点についての考慮がなされていない。

【0010】アッシュの堆積層は燃焼しないため、パティキュレートフィルタから脱離させるためには大きな機械的衝撃を与えて堆積層を崩壊させることが必要となる。この機械的衝撃は理論的には、例えばパティキュレートフィルタを通過する排気流速を増大させること等によっても与えることができる。しかし、前述したように、アッシュの堆積層は機械的強度が比較的高く、排気流速の増大によりアッシュを脱離させるためには機関回転数と負荷とを大幅に増大した運転が必要となり、通常の機関運転状態に与える影響が大きくなるため実際的でない。

【0011】本発明は上記問題に鑑み、通常の機関運転状態に大きな影響を与えることなくパティキュレートフィルタに堆積したアッシュを脱離させることが可能な内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、内燃機関の各気筒の排気ポートと各気筒の排気が合流する排気集合部とを接続するそれぞれの排気枝管上に配置され排気中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタと、前記それぞれのパティキュレートフィルタを通して前記排気集合部から排気ポート側に逆流する排気流を生じさせることにより前記パティキュレートフィルタに堆積した不燃成分からなるアッシュを脱離させるアッシュ脱離手段と、前記内燃機関が予め定めた負荷領域において加速を終了、または減速を開始した時に、前記アッシュ脱離手段を作動させてアッシュ脱離操作を行う脱離制御手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。すなわち、請求項1に記載の発明では排気集合部から排気ポート側に向けて排気を逆流させることにより、パティキュレートフィルタに堆積したアッシュを脱離させる。通常の運転ではアッシュの堆積状態は排気ポート側から排気集合部に向かう方向の排気の流れに対して最も抵抗が少ないようになっており、通常とは逆方向の排気の流れに対しては堆積層の抵抗は比較的大きくなっている。このため、排気の逆流によりアッシュ堆積層には大きな力が作用し、比較的小さな流量の排気の逆流でも容易にアッシュ堆積層が崩壊しフィルタから脱離する。崩壊したアッシュ堆積層は微細な粒子状になるため、排気が順方向に流れるとフィルタの孔を通過してパティキュレートフィルタ下流側に排出される。

【0013】なお、排気を逆流させるアッシュ脱離手段としては、例えば後述するように排気枝管の連通路の閉鎖、気筒内の燃焼停止等の他、排気絞り、ターボチャージャの可変ノズル（インレットガイドベーン）閉鎖またはEGRの停止などによる排気集合部の圧力上昇、吸気

絞り、バルブタイミング変更等による吸入空気量の低下等の手段のいずれか1つまたは2つ以上を組み合わせたものが使用可能である。

【0014】このような手段を用いて排気を逆流させると機関の運転状態に影響が生じる場合がある。しかし、加速終了時や減速開始時等では機関の気筒に供給される燃料量が減少するため、加速終了時、減速開始時には気筒から排出される排気の圧力は加速中や減速開始前に比べて低下する。一方、加速終了時や減速開始時の排気集合部の排気圧力はまだ加速中若しくは減速開始前の比較的高い圧力になっている。このため、加速終了時と減速開始時には排気集合部圧力の方が排気ポート圧力より高くなるため上記の各手段を用いなくても排気がパティキュレートフィルタ中を逆流し易い条件が成立している。この状態では、上記アッシュ脱離手段を用いることにより機関の運転に大きな影響を与えることなく比較的大量の排気をフィルタ中を通して逆流させることができる。このため、加速終了時または減速開始時にアッシュ脱離手段を用いて排気を逆流させることにより機関の運転に影響を与えることなく堆積したアッシュがフィルタから脱離するようになる。

【0015】請求項2に記載の発明によれば、前記アッシュ脱離手段は、前記排気枝管のパティキュレートフィルタ上流側部分と、少なくとも他の1つの気筒の排気枝管のパティキュレートフィルタ上流側部分とを連通する連通路と、該連通路を閉鎖可能な連通弁とを備え、アッシュ脱離操作時には前記連通路を閉鎖することによりパティキュレートフィルタに前記排気逆流を生じさせる請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0016】すなわち、請求項2に記載の発明ではアッシュ脱離手段は、各排気枝管のパティキュレートフィルタ上流側と少なくとも他の1つの気筒の排気枝管とを連通する連通路と、この連通路を閉鎖可能な連通弁とを備えている。連通路開放時には排気枝管のパティキュレートフィルタ上流側は他の排気枝管と連通しているためパティキュレート上流側の排気枝管の容積は実質的に大きくなるが、連通弁が連通路を閉塞するとパティキュレート上流側の排気枝管容積は小さくなる。

【0017】一方、各気筒の排気弁が開弁すると開弁初期には気筒から高圧の排気ガスが排出され排気ポート圧力は上昇するが、その後気筒内の高圧排気ガスの排出が終了すると排気ポート圧力は低下する。連通弁開弁時には排気枝管のパティキュレートフィルタ上流側の容積が他の排気枝管との連通により大きくなっているため、排気弁開弁後排気圧力が低下しても排気ポート圧力はそれほど大きくは低下しない。しかし、連通弁が閉弁されると排気枝管容積の低下のため高圧排気ガス排出終了後の排気ポート圧力低下は大きくなる。連通弁閉鎖時、ある気筒の排気ポート圧力が大きく低下した場合を考えると、この時の排気集合部圧力は他の気筒からの高圧排気

の流入により高い圧力に維持されているため、排気集合部と排気ポートの間には圧力差が生じることになる。この圧力差は加速終了時または減速開始時には一層大きくなる。このため、加速終了時または減速開始時には連通弁を閉鎖することにより排気集合部と排気ポートとの間に大きな圧力差を発生させることができ、多量の排気をパティキュレートフィルタを通して逆流させることができる。これにより、機関運転状態に大きな影響を与えることなくフィルタからアッシュが脱離するようになる。

【0018】請求項3に記載の発明によれば、前記アッシュ脱離手段は、前記内燃機関の任意の1部の気筒の燃焼を停止する気筒休止手段を備え、アッシュ脱離操作時には1部の気筒の燃焼を停止することにより該1部の気筒の排気枝管に配置されたパティキュレートフィルタに前記排気逆流を生じさせる請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0019】すなわち、請求項3の発明では、アッシュ脱離手段は加速終了または減速開始時に機関の一部の気筒の燃焼を停止することによりアッシュをフィルタから脱離させる。気筒内の燃焼を停止することにより気筒から排出される排気の最小圧力は機関の吸気圧力とほぼ等しくなるため、排気集合部と排気ポートの間には大きな圧力差が生じ、多量の排気をパティキュレートフィルタを通して逆流させることができる。一方、加速終了時及び減速開始時は通常、機関の回転数と負荷とは大きくなっている状態であるため一部の気筒を休止しても機関の運転に大きな影響は生じない。

【0020】請求項4に記載の発明によれば、更に、前記排気集合部からの排気の流出を抑制することにより排気集合部の排気圧力を上昇させること、若しくは各気筒に流入する吸入空気量を低下させること、のいずれか一方若しくは両方により前記それぞれのパティキュレートフィルタを通して前記排気集合部から排気ポート側に逆流する排気流を生じさせてパティキュレートフィルタからアッシュを脱離させるアッシュ強制脱離手段を備え、前記脱離制御手段は、予め定めたアッシュ脱離操作実行期間内に前記アッシュ脱離操作が実行されなかった場合には、前記脱離操作実行期間経過後に前記アッシュ強制脱離手段を作動させてアッシュの強制脱離操作を実行する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0021】すなわち、請求項4に記載の発明ではアッシュ脱離操作実行期間が定められており、例えばアッシュ堆積量が所定値以上になった場合にはこの脱離操作実行期間内に機関が所定の負荷状態で加速または減速された場合にアッシュ脱離操作が行われる。また、本発明では上記所定の負荷状態での加速終了または減速開始時に行うアッシュ脱離操作とは別に、排気集合部圧力を上昇、または気筒吸気圧力を低下させることのいずれか一方または両方により負荷とは無関係に強制的にアッシュ

を脱離させるアッシュ強制脱離手段が設けられている。アッシュ脱離操作は所定の負荷状態で機関の加速または減速が行われるときに実行されるため、これらの条件が成立しないと機関はアッシュ堆積量が多い状態（フィルタ圧損が高い状態）で長時間運転される可能性がある。本発明では、アッシュ脱離操作を実行すべき期間、すなわち脱離操作実行期間を定め、この期間内にアッシュ脱離操作が行われなかった場合には、上記条件が成立していなくてもアッシュ強制脱離手段を用いてフィルタからアッシュを脱離させる。この場合には、機関の運転状態には多少の影響は出るものの、これにより機関が長時間フィルタ圧損の高い状態で運転されることが防止される。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の排気浄化装置を自動車用ディーゼル機関に適用した場合の概略構成を説明する図である。図1において、1は自動車用内燃機関を示す。本実施形態では機関1は4気筒ディーゼル機関とされ、各気筒には気筒内に直接燃料を噴射する筒内燃料噴射弁111が設けられている。燃料は高圧燃料噴射ポンプ113から各燃料噴射弁111が接続されたコモンレール（蓄圧室）115に圧送され、コモンレールから各燃料噴射弁111により各気筒内に所定のタイミングで噴射される。

【0023】図1において21は各気筒の吸気ポートを吸気通路2に接続する吸気マニホールド、31は各気筒の排気ポートを排気通路3に接続する排気マニホールド（排気集合部）である。本実施形態では、機関1の過給を行なう過給機35が設けられており、排気通路3は過給機35の排気出口に、吸気通路2は過給機35の吸気吐出口に、それぞれ接続されている。

【0024】本実施形態では、過給機35の排気タービン35aの排気入口にはノズル開口面積を変化させることができる可変ノズル（インレットガイドベーン）36が設けられている。可変ノズル36は後述するECU30からの制御信号に応じて作動するステッパモータ、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータ36aを備えており、ECU30からの信号に応じた角度に制御される。可変ノズル36のノズル開口面積を変化させると、同一の排気流量であってもノズルを通過して排気タービンの翼車に流入する排気の流速は変化するためタービン回転数が変化する。このため、可変ノズル36を制御することにより排気流量が変化した場合にもタービン回転数をほぼ一定に維持することが可能となる。なお、排気流量が一定の場合、可変ノズル36のノズル開口面積を減少させる（絞る）ほど排気マニホールド31内の圧力は上昇する。

【0025】また、吸気通路2には過給機35から供給される吸気の冷却を行なうインタークーラ25及び吸気

絞り弁27が設けられている。吸気絞り弁27は、後述するECU30からの信号に応じて作動するステッパモータ、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータ27aを備え、ECU30からの信号に応じた開度をとり機関の吸気流量を制限する。

【0026】吸気絞り弁27により吸気流量が制限されると、各気筒の吸気圧力は低下し気筒内に流入する吸気量は減少するため排気弁開弁時の排気ポート圧力最小値は低下する。更に、本実施形態では過給機35下流側の排気通路3には、吸気絞り弁27と同様なアクチュエータ37aを備えた排気絞り弁37が設けられており、ECU30からの信号に応じた開度をとり排気絞りを行なう。

【0027】排気絞り弁37により排気絞りが行われると排気マニホールド31内の排気圧力は上昇する。図1において、33は機関排気系と吸気系とを接続し機関排気の一部を吸気系に還流するEGR通路、23はEGR通路に配置されたEGR弁である。EGR弁23はステッパモータ、負圧アクチュエータ等の適宜なアクチュエータ（図示せず）を備え、ECU30からの信号に応じた開度をとりEGR通路33を通過して吸気系に還流される排気（EGRガス）流量を機関運転状態に応じて制御するものである。

【0028】EGR実施中、EGR弁開度が低下すると排気マニホールド31から吸気系に還流される排気流量が減少するため、他の条件が一定であっても排気マニホールド31内の圧力は上昇する。本実施形態では、排気マニホールド31を各排気ポートに接続する排気枝管にはパティキュレートフィルタ（ディーゼルパティキュレートフィルタ、以下「DPF」と称する）40が設けられている。DPF40は、セラミック、金属繊維不織布等の耐熱性を有する多孔質の材質から形成され軸線方向（排気流れ方向）に排気流路を形成する多数の流路を有している。これらの流路のそれぞれは排気流れ方向上流端または下流端のうち一方が閉塞されており、上流端が閉塞された流路と下流端が閉塞された流路とが交互に互いに隣接して配置されている。このため、各気筒の排気ポートから排出される排気は、それぞれのDPFの上流端が開放された（下流端が閉塞された）流路に流入し、流路相互を隔てる多孔質の隔壁を通過して下流端が開放された流路に流入し下流端からDPF外に流出する。排気中に含まれるパティキュレートは排気が多孔質の隔壁を通過する際に捕集される。

【0029】本実施形態では、比較的小容量のDPF40を各気筒の排気ポートに隣接して設けたことにより、気筒からの高温の排気が直接DPFに流入するため各DPF40の温度を高く維持することができる。また、各DPF40は小容量であるため、捕集可能なパティキュレート量も少なくなりパティキュレートの燃焼操作実行間隔を比較的小く設定する必要があるが、熱容量が小さ



いため排気温度が上昇すると短時間でDPF温度が上昇しバティキュレートが燃焼が開始される。また、バティキュレート捕集量が少ないため短時間で捕集したバティキュレートの燃焼を終了することができ、再生操作に要する時間を短縮することができる。本実施形態では、機関1としてディーゼル機関が使用されているため、通常運転時の機関排気温度は比較的低い。本実施形態では、小容量のDPF40を各気筒の排気ポートに配置する、いわゆる分離型のDPFを採用したことにより、加速時等に短時間排気温度が上昇するような機関運転状態でも良好に各DPF40の再生を完了することが可能となっている。

【0030】また、本実施形態では、排気マニホールド31と各気筒の排気ポートとを接続する枝管のDPF40の上流側（排気ポート側）は連通路41により隣接する排気枝管のDPF40上流側と接続されており、各連通路には連通路40を閉鎖可能な連通弁43が設けられている。連通弁43はECU30からの信号により作動する適宜な形式のアクチュエータ（図示せず）を備えており、ECU30からの信号に応じて連通路41を閉塞する。なお、連通弁41は通常運転時（アッシュ脱離操作を実行していない時）は開弁状態に保持される。

【0031】図1に30で示すのは機関1の電子制御ユニット（ECU）である。ECU30は、本実施形態ではRAM、ROM、CPUを備えた公知の構成のマイクロコンピュータとされ、機関1の燃料噴射制御等の基本制御を行なう他、後述するように機関運転状態に応じてDPF40に堆積したアッシュの脱離操作を行う脱離制御手段として機能している。

【0032】これらの制御を行なうため、ECU30の入力ポートには、機関吸気通路に設けられたエアフローメータ51から機関吸入空気量に対応した信号が、また排気マニホールド31に設けられた温度センサ53から機関排気温度に対応する信号がそれぞれ入力されている。他、機関クランク軸（図示せず）近傍に配置された回転数センサ55から機関クランク軸一定回転角毎にパルス信号が入力されている。更に、本実施形態では、ECU30の入力ポートには機関1のアクセルペダル（図示せず）近傍に配置したアクセル開度センサ57から運転者のアクセルペダル踏み量（アクセル開度）を表す信号が入力されている。ECU30は、所定間隔毎にエアフローメータ51出力とアクセル開度センサ57出力及び温度センサ53出力とをAD変換して吸入空気量Gaとアクセル開度ACCP、排気温度TとしてECU30のRAMの所定領域に格納するとともに、回転数センサ55からのパルス信号の間隔から機関回転数NEを算出し、RAMの所定の領域に格納している。ECU30は、アクセル開度センサ57で検出されたアクセル開度ACCPと機関回転数NEとに基づいて予めROMに格納した関係に基づいて機関基本燃料噴射量と燃料噴射時

期を算出し、この基本燃料噴射量に機関運転状態に応じた補正を加えて機関の燃料噴射量QINJと燃料噴射時期とを設定する。なお、本発明では燃料噴射量と燃料噴射時期の設定方法には特に制限はなく、ディーゼル機関における公知の方法のいずれをも使用することができる。

【0033】一方、ECU30の出力ポートは、各気筒への燃料噴射量及び燃料噴射時期を制御するために、図示しない燃料噴射回路を介して各気筒の燃料噴射弁111に接続されている他、高圧燃料ポンプ113に図示しない駆動回路を介して接続され、ポンプ113からコモンレール115への燃料圧送量を制御している。また、ECU30の出力ポートは更に、それぞれ図示しない駆動回路を介して吸気絞り弁27のアクチュエータ27a、過給機排気タービン35aの可変ノズルアクチュエータ36a、排気絞り弁37のアクチュエータ37a及びEGR弁23のアクチュエータに接続され、吸気絞り弁27、可変ノズル36及び排気絞り弁37とEGR弁23の開度をそれぞれ制御している。

【0034】次に、本実施形態におけるDPF40からのアッシュ脱離操作について説明する。前述したように、DPF40には排気に含まれる硫酸カルシウム等の無機物を主成分とするアッシュが堆積し、バティキュレートの燃焼操作にかかわらず徐々に圧損が増大する。排気中のアッシュの量は微量であるためアッシュ堆積による圧損の上昇は比較的緩やかであるが、長期間使用するとDPF40の圧損が増大するため、例えば車両走行1000キロメートル程度毎にアッシュ脱離操作を行いDPF40の圧損を低下させる必要がある。前述したように、アッシュを脱離させるためには、排気マニホールド31内の圧力が気筒排気ポート圧力より高くなる状態（以下、「DPFに負の圧力差が生じる状態」と言う）を作りDPF40を通して排気を逆流させることが有効であることが判明している。

【0035】DPFに負の圧力差を生じさせる方法としては、例えば以下に示す方法がある。

（A）連通弁43の閉弁。

気筒排気行程で排気弁が開弁すると気筒から高圧の排気ガスが排出され排気ポート圧力は上昇するが、高圧排気ガスの排出が終了すると排気ポート圧力は低下する。また、連通弁43を閉弁すると、DPF上流側の容積は低下するため、この排気ポートの圧力低下は大きくなる。一方、DPF下流側の排気マニホールドでは他の気筒からの高圧排気ガスが流入しているため排気圧力は常に高く維持されている。このため、連通弁43を閉弁すると気筒の排気弁開弁中にDPF前後に負の圧力差が生じるようになる。連通弁の閉弁による方法では、機関の出力や振動、騒音にほとんど変化が生じないため機関の運転性にはほとんど影響を与えない。

【0036】（B）一部気筒休止。

本実施形態では、各気筒に個別に燃料を噴射する燃料噴射弁が設けられているため、任意の一部の気筒の燃料噴射を停止して気筒内で燃焼が生じないようにすることができる。この場合、休止中の気筒では燃焼が生じないため排気ポートに排出される排気の大気圧力は大幅に低下し、排気弁開弁時の排気ポート圧力変化における最小圧力は更に低下して気筒吸気圧力近傍の値になる。一方、この場合も排気マニホールド31圧力は休止気筒以外の気筒からの排気で高圧に維持されている。このため、一部の気筒の燃焼を休止すると休止気筒のDPFには大きな負の圧力差が生じるようになる。

【0037】一部気筒休止による負の圧力差発生は、短時間であるため機関出力に対する影響は小さいが機関の振動や騒音が変化するため運転者に違和感を生じさせるので機関の運転性に多少の影響を生じるようになる。

(C) 排気マニホールドから流出する排気の抑制。  
排気マニホールドから流出する排気を抑制するとマニホールド内の排気圧力が上昇するため、結果的に各気筒の排気ポート圧力より排気マニホールド圧力が高くなる期間が生じ、DPFに負の圧力差が発生する。

【0038】排気マニホールドからの排気流出を抑制するための具体的な方法としては、

- (a) 排気絞り弁37の閉弁による排気絞り。
  - (b) ターボチャージャ35の可変ノズル36の開度低減。
  - (c) EGR弁23の閉弁による還流排気ガス量の低減。
- 等がある。

【0039】排気マニホールド圧力を上昇させると、排気背圧の上昇により機関の出力低下や燃費の悪化が生じる他、排気音が大きく変化ようになるため、この方法では機関運転性に与える影響が比較的大きくなる。

(D) 気筒吸入空気量の低減。  
気筒に吸入される吸入空気量を低減すると気筒内燃焼圧力が低下するため、排気弁開弁時の排気圧力は全体的に低くなる。この場合、排気弁開弁時の排気圧力に較べて高圧排気の排出終了が早まることによる最小圧力低下の方が大きくなる。このため、排気マニホールドの圧力低下より排気ポートの圧力低下が大きくなりDPFに負の圧力差が生じるようになる。

【0040】気筒吸入空気量を低減させる手段としては、本実施形態では吸入空気量絞り弁27による吸気絞りが用いられるが、機関吸気バルブタイミングを変更可能な可変バルブタイミングを備えた機関では、吸気弁の閉弁タイミングを遅角させて気筒の吸気体積効率を低下させることによっても気筒吸入空気量を低減させることができる。

【0041】気筒吸入空気量低減による方法は、排気圧の上昇による方法と同様に機関出力の低下や燃費の悪化を生じるため機関運転性に与える影響は大きくなる。D

PFに負の圧力差を生じさせる具体的な方法としては、上述の(A)から(D)説明した方法があるが、実際の運転では定常運転時に上記(A)から(D)の方法を単独で用いたのではDPFに生じる負の圧力差は比較的小さくアッシュの脱離効果が不十分になる。このため、機関の定常運転時に上述の(A)から(D)の方法を用いてアッシュの脱離操作を行う場合には上記方法の2つまたはそれ以上を組み合わせることでDPFに生じる負の圧力差が大きくなるようにする必要がある。

【0042】ところが、各方法の説明で述べたように連通弁の閉鎖による方法以外の方法では多少とも機関の運転性に影響が生じるため、定常運転時に連通弁の閉鎖による方法と他の方法を組み合わせると機関の運転性に影響が生じてしまう。そこで、本実施形態ではアッシュ脱離操作の機関運転性に与える影響を最小に抑制するために、機関の加速終了または減速開始時に上記方法を単独で、または組み合わせることでアッシュ脱離操作を行うようにしている。

【0043】前述したように、機関の加速終了時と減速開始時には各気筒に供給される燃料量は急激に低減される。このため、加速終了と減速開始時には各気筒内燃焼圧力は急激に低下し、排気弁開弁時の排気ポート最小圧力も比較的大きく低下する。一方、加速終了及び減速開始時には排気マニホールドにはまだ加速中または減速開始前の比較的高い圧力の排気が残留しているため、排気ポートの圧力が排気マニホールド圧力より低下してDPFに負の圧力差が生じるようになる。このときに上記方法のいずれかを実行すると、加減速による負の圧力差発生効果にこれらの操作による負の圧力差発生効果が加わることで、発生する負の圧力差は極めて大きくなりアッシュの脱離が完全に行われるようになる。

【0044】しかも、加速終了や減速開始は比較的機関回転数と出力が高い運転領域で行われ、加速終了と減速開始時にはともに機関出力は急激に減少する。このため、この状態では、連通路閉鎖はもちろん、定常運転では機関運転性に影響を生じる他の方法を実施しても機関出力の変動や振動、騒音の変化は運転者にはほとんど感知されず機関運転性には影響が生じない。

【0045】以下、加速終了や減速開始時にアッシュ脱離操作を行う具体的な実施形態について説明する。

#### (1) 第1の実施形態

本実施形態では、DPF40へのアッシュ堆積量が増大したときに機関の所定の負荷領域で機関の加速が終了、または減速が開始されたときにDPF40上流側の排気枝管を他の排気枝管と連通する連通弁43を閉弁することによりアッシュ脱離操作を行う。

【0046】前述したように、連通弁43閉弁によれば、定常運転時においても機関の運転性に影響を与えることなくDPF40に負の圧力差を生じさせることができるが、この方法単独では発生する負の圧力差は比較的



小さい。本実施形態では、機関の加速終了時または減速開始時に連通弁43を閉弁することにより、DPF40に生じる負の圧力差を増幅し機関運転性に影響を与えることなくアッシュ脱離効果を大幅に向上させている。図2は、本実施形態のアッシュ脱離操作を説明するフローチャートである。

【0047】本操作は、ECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより実施される。図2において、操作がスタートするとステップ201では、別途ECU30により算出された機関燃料噴射量 $Q_{INJ}$ 、機関回転数 $NE$ 、及びアクセル開度 $ACCP$ 及び前回アッシュ脱離操作が行われてからの車両走行距離 $KM$ が読み込まれる。本実施形態では、ECU30は別途実施するルーチンにより、アッシュ脱離操作を行ってからの車両走行距離を積算、記憶している。この走行距離 $KM$ はアッシュ脱離操作の要否の判定に用いられる。

【0048】次いでステップ203では、現在DPF40のアッシュ脱離操作が必要か否かが判定される。DPF40上のアッシュ堆積量は機関の運転時間（車両の走行距離）に比例して増大すると考えられる。そこで本実施形態では、前回脱離操作を実行してからの車両走行距離が所定値（例えば1000km）以上になったときにDPF40上のアッシュ堆積量が許容上限値まで増大したと判断しアッシュ脱離操作を実行する。なお、アッシュ堆積量の判定には、車両走行距離に代えて、例えば前回脱離操作実行後の機関回転数の積算値や機関燃料噴射量の積算値等を使用するようにしても良い。

【0049】ステップ203で現在アッシュ脱離操作が必要と判断された場合には、次にステップ205で現在機関がアッシュ脱離操作を実行すべき負荷領域で運転されているか否かが判定される。アッシュ脱離操作はDPF40に十分に大きな負の圧力差が発生する条件下で行う必要がある。このためには、機関負荷がある程度大きく排気圧力が十分に高くなっている状態で実施することが好ましい。そこで、本実施形態では加減速時の連通弁43閉弁により十分に高い負の圧力差が生じる機関負荷条件を予め実験等により定めてあり、機関がこの負荷領域で加速を終了、または減速を開始したときにのみ連通弁43閉弁によるアッシュ脱離操作を実行するようにしている。

【0050】図3は、本実施形態でアッシュ脱離操作を実行する負荷領域を模式的に示す図で有り、図3の縦軸は機関出力トルク（すなわち燃料噴射量 $Q_{INJ}$ ）、横軸は機関回転数 $NE$ を表している。本実施形態では、機関排気圧力が十分に上昇する領域（図3、領域I）においてのみ連通弁43閉弁によるアッシュ脱離操作を実行する。

【0051】ステップ205で、機関が図3の領域Iで運転されていた場合には、次にステップ207で現在が機関の加速終了、または減速開始の時点に相当するか否

かが判定される。本実施形態では、ステップ201で読み込んだアクセル開度 $ACCP$ の変化により加速終了、減速開始の判定を行う。加速終了時、減速開始時にはいずれも運転者はアクセルペダルを戻すため、アクセル開度 $ACCP$ は減少する。そこで、ステップ207では現在のアクセル開度 $ACCP$ が前回本操作実行時に読み込んだアクセル開度 $ACCP$ に対して所定値以上減少した場合に現在加速が終了または減速が開始されたところであると判断するようにしている。

【0052】なお、加速終了時及び減速開始時にはいずれも機関への燃料噴射量 $Q_{INJ}$ は前回までの値に較べて低減される。このため、アクセル開度 $ACCP$ に代えて前回操作実行時からの燃料噴射量 $Q_{INJ}$ が所定量以上減少した場合に加速終了または減速開始が行われたと判定するようにしても良い。ステップ207で所定負荷領域で加速終了または減速開始が行われたと判定された場合には、ステップ209で連通弁43の閉弁が行われる。これにより、加速終了、減速開始時の圧力差に加えて連通弁43の閉弁による負の圧力差が加わるためDPF40には大きな負の圧力差が作用し、排気の逆流によりDPF40上に堆積したアッシュ層が崩壊、脱離する。なお、ステップ209で連通弁43閉弁とともに、ステップ211ではアッシュ脱離操作実行要否判定のための走行距離 $KM$ の値はクリアされ、新たに $KM$ の値の積算が開始される。

【0053】ステップ203から207のいずれかで否定判定された場合には、ステップ213で連通弁43は開弁され、本操作は終了する。このため、加速終了または減速開始時に連通弁43閉弁が行われアッシュの脱離が完了した後は連通弁43は開弁状態に保持される。これにより、アッシュ脱離操作によりDPF40から脱離して微細な粒子状となっていたアッシュはDPF40を通る順方向の排気流によりDPF40の細孔を通過してDPF40下流側に排出される。

#### 【0054】(2) 第2の実施形態

本実施形態では、第1の実施形態の連通弁43閉弁操作に代えて加速終了、減速開始時に機関の一部の気筒を休止させることによりDPF40に生じる負の圧力差を増大させる。本実施形態では、気筒の休止は各気筒の燃料噴射弁からの燃料噴射停止により行い、1回のアッシュ脱離操作では1気筒のみの休止を行う。すなわち、本実施形態では1回のアッシュ脱離操作では1つの気筒のDPFのみのアッシュ脱離が行われ、4回のアッシュ脱離操作を行うことにより全気筒のDPFからのアッシュ脱離が完了する。

【0055】図4は本実施形態のアッシュ脱離操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより行われる。図4のフローチャートにおいて、ステップ401からステップ407は図2ステップ201からステップ207と

同一の操作を示す。本操作においても、DPF 40のアッシュ堆積量が増大し、機関が所定の負荷領域で運転されているときに加速が終了または減速が開始されたときにのみステップ409以下の一部気筒休止によるアッシュ脱離操作が実行される。

【0056】すなわち、ステップ409では気筒番号を表すカウンタ*i*の値が1増加される。カウンタ*i*の値は今回運転を休止してアッシュ脱離操作を行う気筒の番号を表している。本実施形態ではステップ403から407の条件成立時にカウンタ*i*の値が操作実行毎に1ずつ増大されるため、第1気筒から第4気筒に順にアッシュ脱離操作が行われるようになる。また、*i*の値が4以上になった場合(ステップ411)は、全気筒のアッシュ脱離操作が終了したことを意味するため、ステップ419で*i*の値はクリアされ、次のアッシュ脱離操作開始に備えられる。

【0057】ステップ411で*i* ≤ 4であった場合には、ステップ413に進み機関の第*i*番気筒への次の燃料噴射が停止され、気筒運転が休止される。これにより、第*i*番気筒のDPFには大きな負の圧力差が作用し、DPFに堆積したアッシュが崩壊、脱離する。なお、加減速時に気筒運転を休止することにより発生するDPFの負の圧力差は極めて大きいため、本実施形態では気筒の休止期間は1サイクルのみとしている。DPFに堆積したアッシュ層は1回の気筒運転休止により脱離するが、1つの気筒を複数サイクルにわたって休止することにより、一層完全にアッシュを脱離するようにすることも可能である。

【0058】ステップ415では、ステップ413で休止した気筒の番号*i*が4か否かが判定される。ステップ413で第4番目の気筒が休止されていた(*i* = 4)場合には、第1から第4番の全ての気筒のアッシュ脱離操作が完了しているため、ステップ417では、アッシュ脱離操作の可否を判定するための走行距離積算値KMはクリアされ、新たにKMの積算が開始される。ステップ413で*i* ≠ 4であった場合には、まだ全気筒のアッシュ脱離が完了していないためKMの値はクリアされない。このため、この場合にはステップ403から407の条件が成立している限り引き続き次の気筒のアッシュ脱離操作が実行されるようになる。

【0059】なお、第1の実施形態と第2の実施形態では、連通弁43閉弁操作または一部気筒休止操作とを単独で実行することによりアッシュ脱離操作を行っているが、連通弁43閉弁と一部気筒休止操作とを同時に行えば、更にDPF 40の負の圧力差を増大させることができるため、より完全にアッシュを脱離させることが可能となる。

【0060】(3) 第3の実施形態

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態では、アッシュ脱離操作を行う機関負荷領域は、

図6に示すように2つの領域に設定されている。図6の負荷領域Iは図3の負荷領域Iと同様に機関排気圧力が十分に高くなる負荷領域である。また、図6負荷領域IIは、負荷領域Iに較べて排気圧力は低下するが、後述するように排気圧力上昇操作を行えばアッシュの脱離に十分な負の圧力差をDPFに生成可能な負荷領域である。負荷領域I、IIは実際の機関とDPFとを用いて実験により定めることが好ましい。

【0061】本実施形態では、第1の実施形態と同様に、機関が負荷領域Iで運転されているときに加速の終了または減速の開始が生じた場合には連通弁43の閉弁のみによるアッシュ脱離操作を実行する。一方、第1の実施形態では機関が負荷領域I以外の領域で運転されていた場合にはアッシュ脱離操作は実行されなかったのに対して、本実施形態では機関が負荷領域IIで運転されている場合にも減速終了時にはアッシュ脱離操作を行う。また、この場合には連通弁43閉弁のみではDPFに十分な大きさの負の圧力差を発生できない可能性があるため、連通弁43の閉弁とともに前述の(C)で説明した方法のいずれか((a)から(c))を用いて排気マニホールドの圧力を上昇させる操作を行う。これにより、機関負荷領域IIにおいてもアッシュ脱離操作を実行することが可能となる。この場合、定常運転状態では排気マニホールド圧力上昇操作を行うと機関出力の低下や振動、騒音の変化による運転性の悪化が大きくなるが、減速開始時には機関の出力は減少を開始したところであり、また、機関負荷領域IIは比較的高回転、高負荷に設定されているため機関出力の減少や振動、騒音の変化による運転性の悪化は相対的に小さくなる。これにより、本実施形態では第1の実施形態に較べてアッシュ脱離操作を実行可能な領域が拡大され、アッシュ脱離操作が必要な時に脱離操作が実行される確率が増大するようになる。

【0062】なお、本実施形態では機関が負荷領域IIで運転されている場合であっても、機関の加速開始時にはアッシュ脱離操作は実行しない。加速中は機関出力の増大が必要とされるため、排気マニホールド圧力上昇操作を行うと機関出力低下のために機関の運転性が大幅に悪化する可能性があるためである。図5は、本実施形態のアッシュ脱離操作を説明するフローチャートである。本操作はECU 30により一定時間毎に実行されるルーチンとして実施される。

【0063】図5において、ステップ501、503では燃料噴射量QINJ等のパラメータの読み込みと現在アッシュ脱離操作が必要か否かの判断が行われる。ステップ501と503はそれぞれ図2ステップ201、203と同一の操作である。ステップ501で現在アッシュ脱離操作が必要な場合は、次にステップ505で現在機関が図6の負荷領域Iで運転されているか否かが判定される。現在負荷領域Iで機関が運転されている場合に

は、ステップ507で現在が加速終了時または減速開始時に相当するか否かを判定し、加速終了時または減速開始時の場合にはステップ509で連通弁43を閉弁してアッシュ脱離操作を実行する。ステップ507と509とは図2ステップ207、209とそれぞれ同一の操作である。そして、ステップ509実行後ステップ511で走行距離積算値KMの値がクリアされる。

【0064】一方、ステップ505で機関が図6負荷領域Iで運転されていない場合には、ステップ513に進み現在機関が図6負荷領域Iで運転されているか否かが判定され、領域Iで運転されている場合にはステップ515で現在機関が減速を開始したところか否かを判定する。本実施形態では、例えば、ステップ501で読み込んだアクセル開度ACCPの前回からの減少量が所定値以上であり、かつ現在のアクセル開度が所定値より小さい場合に減速が開始されたと判定する。すなわち、本実施形態では運転者がアクセルペダルを戻し、かつ戻した後のアクセル開度が小さな値になっている場合に減速が開始されたと判断するようにしている。

【0065】ステップ513、515で現在負荷領域Iでの減速が開始されたと判定された場合には、ステップ517で排気マニホールドの圧力上昇操作が行われる。本実施形態では、前述したように(a)排気絞り弁37の閉弁による排気絞り、(b)ターボチャージャ35の可変ノズル36の開度低減、(c)EGR弁23の閉弁による還流排気ガス量の低減のいずれか1つまたは2つ以上の方法により排気マニホールド31の圧力上昇操作が行われる。そして、ステップ519では排気マニホールド圧力上昇操作と同時に連通弁43が閉弁される。これにより、比較的排気圧の低い負荷領域IにおいてもDPF40に十分に大きな負の圧力差を生じさせることができ、DPF40に堆積したアッシュが崩壊、脱離する。

【0066】ステップ521から523はステップ517と519とによるアッシュ脱離操作の終了条件の判定を示す。本実施形態では、排気マニホールド圧力上昇操作と連通弁閉弁とによるアッシュ脱離操作は、ステップ517で排気マニホールド圧力上昇操作が開始されてから所定時間だけ継続される。すなわち、ステップ521では計時カウンタ $t$ の値が1増加され、ステップ523でカウンタ $t$ の値が予め定めた値 $t_0$ に到達するまでステップ517と519とによるアッシュ脱離操作が継続される。上述したように、本実施形態では排気絞り弁37、ターボチャージャ可変ノズル36、EGR弁23の手段により排気マニホールド圧力上昇を行うが、これらの手段はいずれも比較的作動速度が遅いため作動開始から排気マニホールドの圧力上昇までには時間遅れが生じる。そこで、本実施形態では、排気絞り弁37、ターボチャージャ可変ノズル36、EGR弁23等の作動開始からある程度の余裕を見た時間(ステップ523の $t_0$ に相当する時間)が経過したときにDPF40に十分に大きな負

の圧力差が生じてアッシュが脱離したと判定するようにしているのである。

【0067】ステップ523で $t \geq t_0$ となった場合にはアッシュ脱離操作が完了したため、ステップ511に進み走行距離積算値KMがクリアされる。なお、ステップ503でアッシュ脱離操作が必要ない場合(例えばKMの値が所定値に到達していない場合)及びステップ513で現在機関が負荷領域I或いはIIで運転されていない場合、ステップ507で加速終了または減速開始時でない場合、及びステップ515で減速開始時でない場合にはいずれもステップ525からステップ529の操作が行われ、上述の計時カウンタ $t$ の値がクリアされるとともに、連通弁43は閉弁状態に保持され、排気マニホールド圧力上昇操作は停止される。

【0068】なお、本実施形態では連通弁43を用いてアッシュ脱離操作を行っているが、第2の実施形態(図4)で説明したように連通弁43に変えて一部気筒休止により1気筒ずつアッシュ脱離操作を行うことも可能である。また、負荷領域Iにおける減速開始時に、排気マニホールド圧力上昇操作に変えて吸入空気量絞り弁27による気筒吸入空気量低減操作と連通弁43閉弁操作とを併用、或いは気筒吸入空気量低減操作と一部気筒休止操作とを併用するようにしても同様な効果を得ることができる。

【0069】更に、負荷領域Iにおける減速開始時には例えば排気絞り弁37または吸入空気量絞り弁23等の絞りを比較的小さく(開度を比較的大きく)するようにすれば、機関運転性に与える影響を更に小さくすることができる。

#### (4) 第4の実施形態

次に本発明の第4の実施形態について説明する。

【0070】前述の各実施形態では、アッシュ脱離操作はいずれも特定の負荷領域で加速終了または減速開始が行われたときにのみ実行される。この場合、機関が特定の負荷領域以外で継続的に運転される場合や、特定の負荷領域で運転されていても加速または減速が行われない場合にはアッシュ堆積量が増大してもアッシュ脱離操作は実行されないことになり、機関はDPF40の圧損の大きな状態で長時間運転されるようになる。

【0071】本実施形態は、これを防止するためアッシュ脱離操作を実行する必要があると判断されたときから予め定めた脱離操作実行期間内にアッシュ脱離操作が実行されない場合には、上記アッシュ脱離操作実行のための条件が成立していなくても強制的にアッシュを脱離させるようにしている。この場合、機関運転状態によっては排気圧力が低くなっている場合も考えられるため、本実施形態では排気マニホールド圧力上昇操作と連通弁閉弁操作とを併用することにより、低い排気圧力下でも確実にDPFに大きな負の圧力差が生じるようにしている。これにより、アッシュ堆積量が増大した場合には確実に

アッシュ脱離操作が実行されるようになるため、機関がDPFの圧損の高い状態で長時間運転されることが防止される。

【0072】図7は、本実施形態のアッシュ脱離操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより実施される。図7、ステップ701は各パラメータの読み込み操作を、ステップ703はアッシュ脱離操作要否の判定操作を示している。ステップ701、703はそれぞれ図2ステップ201、203と同一の操作である。

【0073】ステップ703で現在アッシュ脱離操作が必要とされた場合には、ステップ705で脱離操作実行期間カウンタ $c_t$ の値が増加される。カウンタ $c_t$ は、ステップ703でアッシュ脱離操作の必要がないと判定された場合、すなわちアッシュ堆積量が許容範囲内であると判定された場合には常にステップ727でクリアされているため、ステップ707で算出されたカウンタ $c_t$ の値はアッシュ脱離操作が必要と判定されてからの経過時間に対応した値となる。

【0074】次いで、ステップ707ではカウンタ $c_t$ の値が所定値 $c_{t0}$ に到達したか否かが判定される。 $c_{t0}$ の値は、脱離操作実行期間に相当する値でありアッシュ堆積量が増大した状態での機関運転を許可する上限時間として設定される。ステップ707で $c_t < c_{t0}$ 、すなわち脱離操作実行期間が経過していない場合には、ステップ709で計時カウンタ $t$ の値をクリアした後ステップ711から717が実行される。ステップ711から717は図2ステップ205から201と同一の操作であり、これにより、機関が所定の負荷領域（図3、負荷領域Iと同じ負荷領域）で運転されており、かつ機関の加速終了または減速開始が生じた場合には連通弁43の閉弁のみによるアッシュ脱離操作が行われる。また、ステップ711から715の操作によりアッシュ脱離操作が行われると、脱離操作実行要否の判定のための走行距離積算値KMはクリアされ、次の操作実行時にはステップ727で脱離操作実行期間カウンタ $c_t$ の値がクリアされるとともに、ステップ729では連通弁43が開弁状態に保持され、ステップ731では排気マニホールド圧力上昇操作は停止されるようになる。

【0075】一方、アッシュ脱離操作が必要であるにもかかわらずステップ711、713のアッシュ脱離操作実行条件が成立しない場合には、操作実行毎にステップ705でカウンタ $c_t$ の値が増大する。そして、アッシュ脱離操作が実行されないまま、脱離操作実行期間が経過するとステップ707では $c_t \geq c_{t0}$ となり、ステップ719から725が実行されるようになる。ステップ719から721は図5ステップ517から523と同一の操作を示す。すなわち、ステップ719では排気マニホールド圧力上昇操作が行われるとともに、ステップ721では連通弁43が閉弁される。これにより、ステ

ップ711と713の脱離操作実行条件が成立しない場合にもアッシュ脱離操作が強制的に実行されるようになる。また、この状態は所定時間（計時カウンタ $t$ の値が0から $t_0$ に増大するまでの時間）保持され（ステップ723、725）、上記所定時間が経過するとステップ717が実行されてKMの値がクリアされる。すなわち、アッシュの強制脱離操作は開始後所定時間（ $t_0$ ）が経過すると終了する。この場合も、次の操作実行時にはステップ703の次にステップ727から731が実行され、機関の通常運転が再開される。

【0076】なお、本実施形態においても排気マニホールド圧力上昇操作の代りに吸気絞り弁27による気筒吸入空気量低減操作を、また、連通弁43閉弁操作の代りに一部気筒休止操作を行うことによりアッシュ脱離を行うようにすることも可能であることは言うまでもない。

【0077】

【発明の効果】各請求項に記載の発明によれば、機関の運転状態に大きな影響を与えることなくパーティキュレートフィルタに堆積したアッシュを確実に脱離させることが可能となる共通の効果を奏する。また、請求項4の発明によれば、上記共通の効果に加えて更に、機関が排気圧損の高い状態で長時間運転されることを防止可能とする効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を自動車用ディーゼル機関に適用した場合の実施形態の概略構成を示す図である。

【図2】本発明によるアッシュ脱離操作の第1の実施形態を説明するフローチャートである。

【図3】図2のアッシュ脱離操作を実行する機関負荷領域を示す図である。

【図4】本発明によるアッシュ脱離操作の第2の実施形態を説明するフローチャートである。

【図5】本発明によるアッシュ脱離操作の第3の実施形態を説明するフローチャートである。

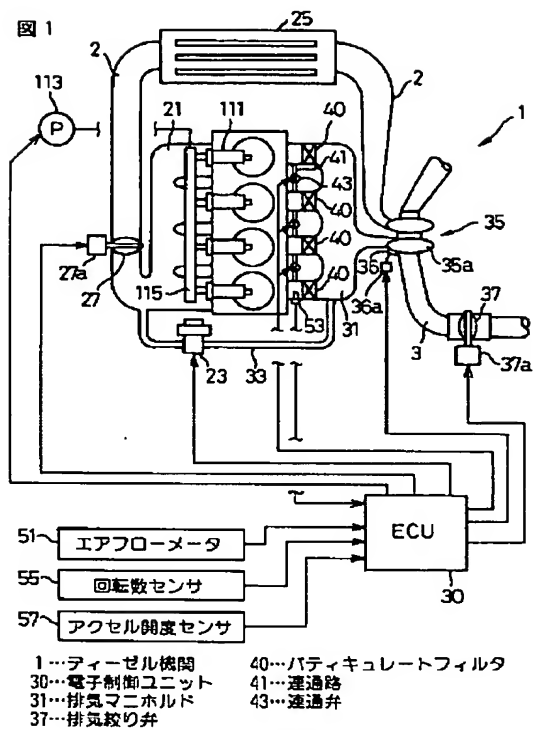
【図6】図5のアッシュ脱離操作を実行する機関負荷領域を示す図である。

【図7】本発明によるアッシュ脱離操作の第4の実施形態を説明するフローチャートである。

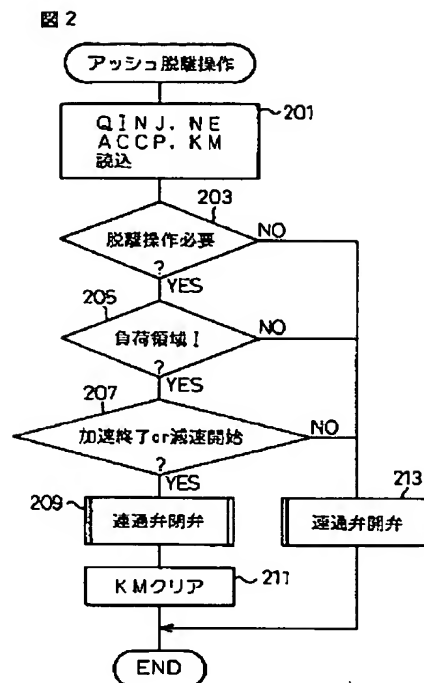
【符号の説明】

- 1…ディーゼル機関
- 23…EGR弁
- 27…吸気絞り弁
- 30…電子制御ユニット（ECU）
- 31…排気マニホールド
- 35…ターボチャージャ
- 36…可変ノズル
- 37…排気絞り弁
- 40…パーティキュレートフィルタ
- 41…連通路
- 43…連通弁

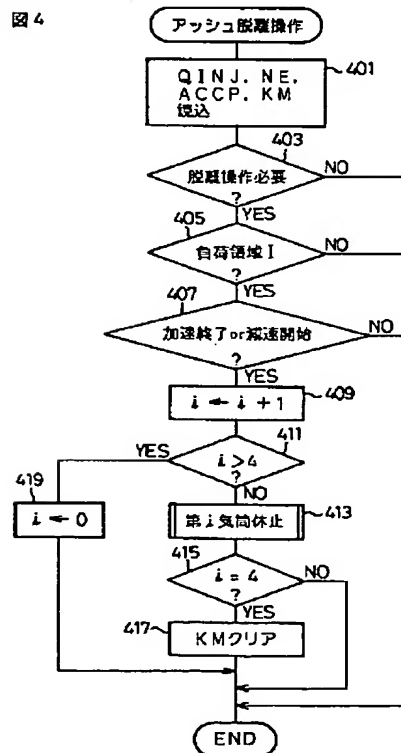
【図1】



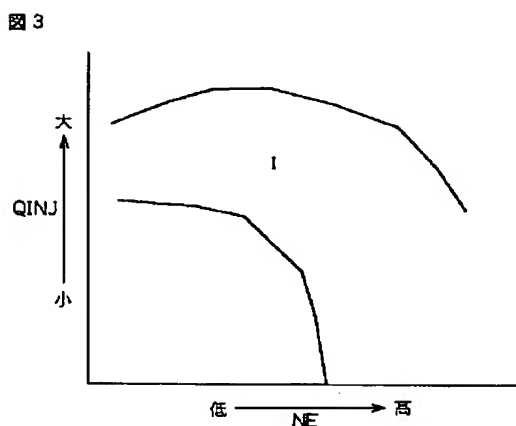
【図2】



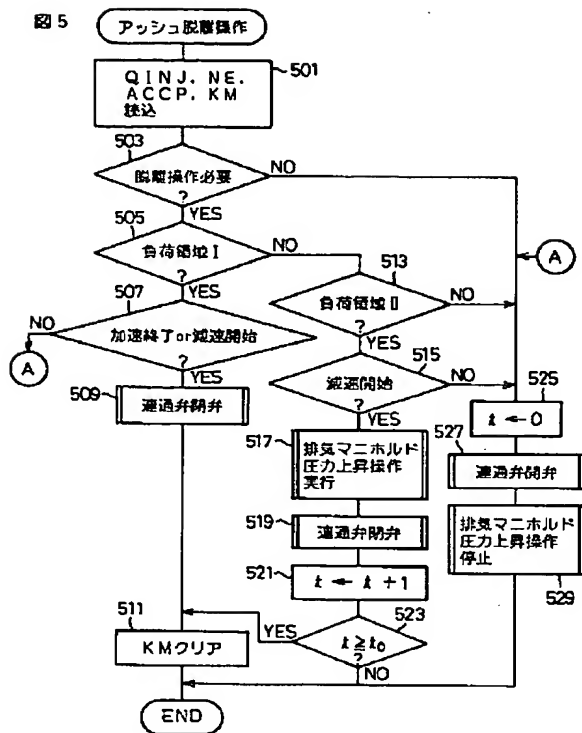
【図4】



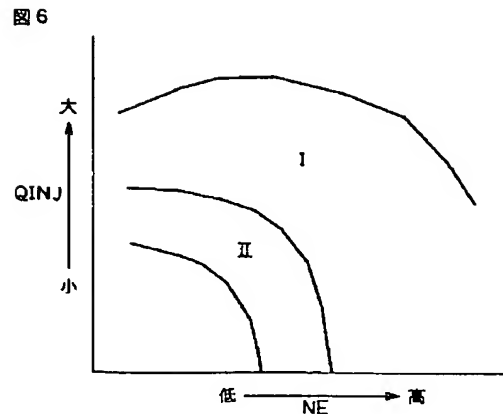
【図3】



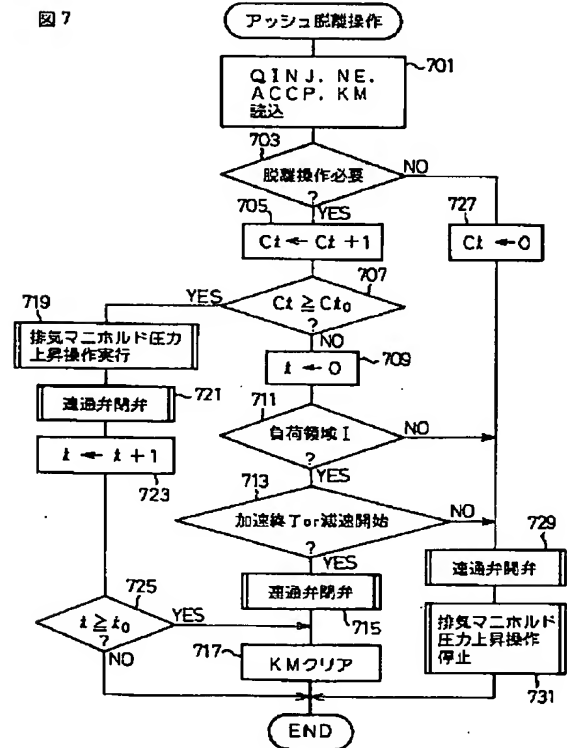
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G090 AA01 AA02 AA04 BA01 BA08  
 CA00 CB24 CB25 DA00 DA18  
 DA20 DB06 DB07 EA04 EA05  
 EA07